20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

非營農型光電綠能設施
土壤管理與環境復育之研究

Research on Environmental Restoration and Soil Management of Solar Farms on Idle Agricultural Land

主講者: 蔡耀賢

機關(構)/單位：行政院農業委員會
農業試驗所農業化學組
生物技術組
應用動物組
植物病理組

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

營農型

非營農營型

2

- 非營農光電廠所需土地，以嚴重地層下陷區不利農業經營農地為最主要，目前農業委員會已經開放不利農業經營得設置綠能設施之農地，合計有2千餘公頃。

- 將不利農業經營之農業用地，公告得申請地面型太陽光電設置；惟其原則仍在於**良善之土地管理、維護農地仍能持續為農業使用**。

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 農業用地實際作農作、森林、養殖、畜牧、**保育**使用者；其依規定辦理休耕、休養、停養或有不可抗力等事由而未使用者，亦得認定為作農業使用。

- 因此非營農光電場必須要有適宜的**覆蓋管理方式**，使土地發揮生態服務功能及多重利用價值(如做為異地保種的復育基地)。

- **非自然生態保留區**

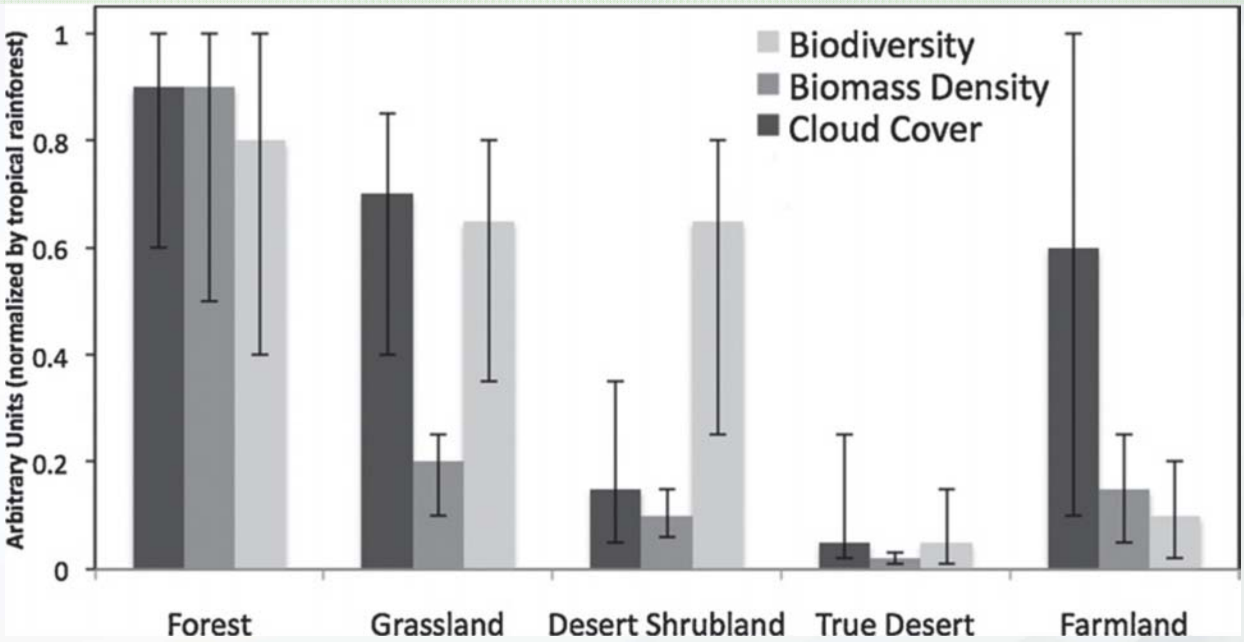
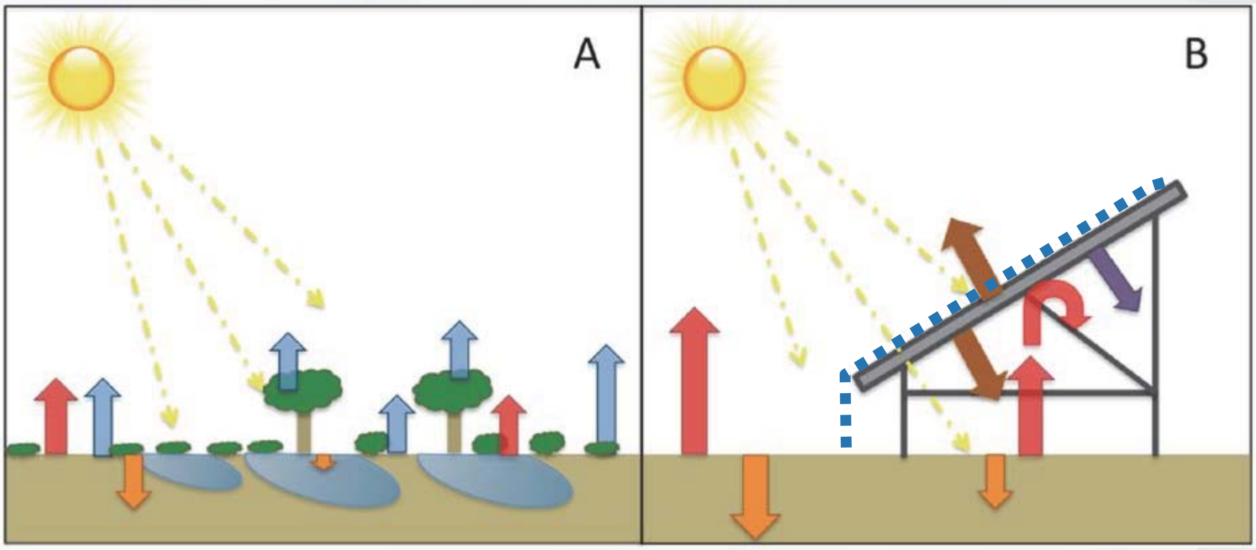


Fig1. Geographic parameters of top importance for environmental impacts during the installation and operation are shown. Values are normalized to those in tropical rainforests, which hold the greatest biodiversity, biomass density, and cloud cover. The error bars represent variability that occurs within a particular biome as the latitude or climate conditions change.

(Damon and Vasilis, 2011) 5

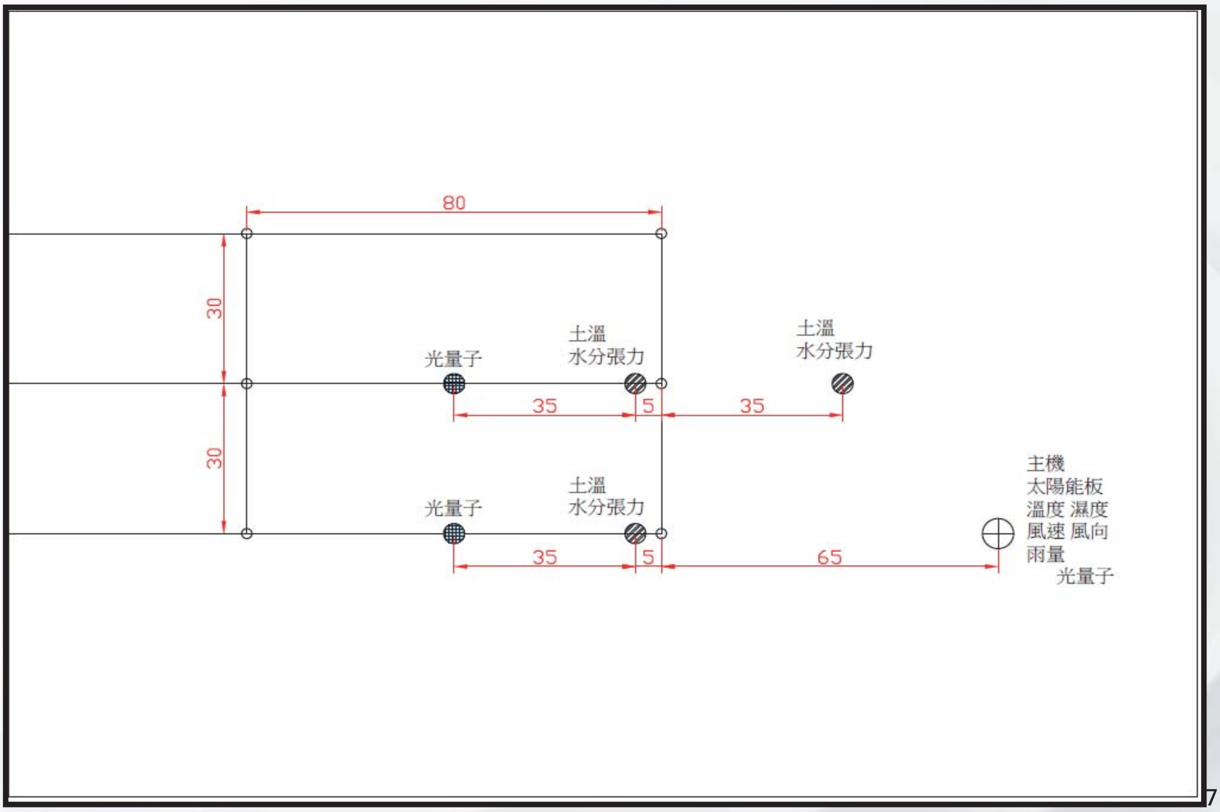
20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會



Assuming equal rates of incoming energy from the sun, a transition from (A) a vegetated ecosystem to (B) a photovoltaic (PV) power plant installation will significantly alter the energy flux dynamics of the area. Within natural ecosystems, vegetation reduces heat capture and storage in soils (orange arrows), and infiltrated water and vegetation release heat-dissipating latent energy fluxes in the transition of water-to-water vapor to the atmosphere through evapotranspiration (blue arrows). These latent heat fluxes are dramatically reduced in typical PV installations, leading to greater sensible heat fluxes (red arrows). Energy re-radiation from PV panels (brown arrow) and energy transferred to electricity (purple arrow) are also shown.

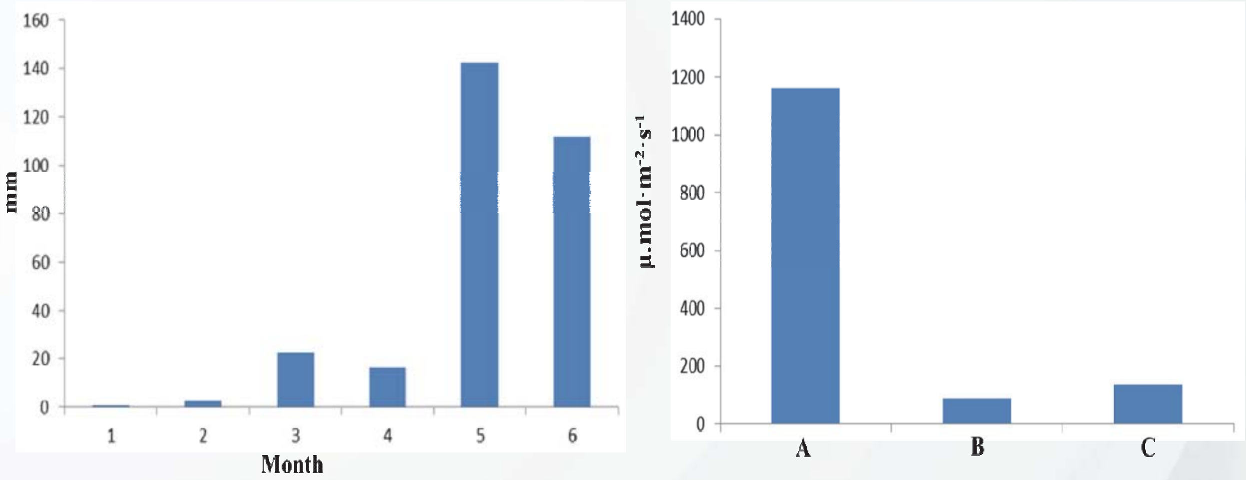
(Damon and Vasilis, 2011) 6

林邊案場田間資料收集站配置圖



7

20 光電綠能設施之
19 農地利用成果發表會



光電案場108年月雨量分布(左)；光電板外部及下方晴天日射量(右)

8

現行管理方式

趕盡殺絕式的管理方式

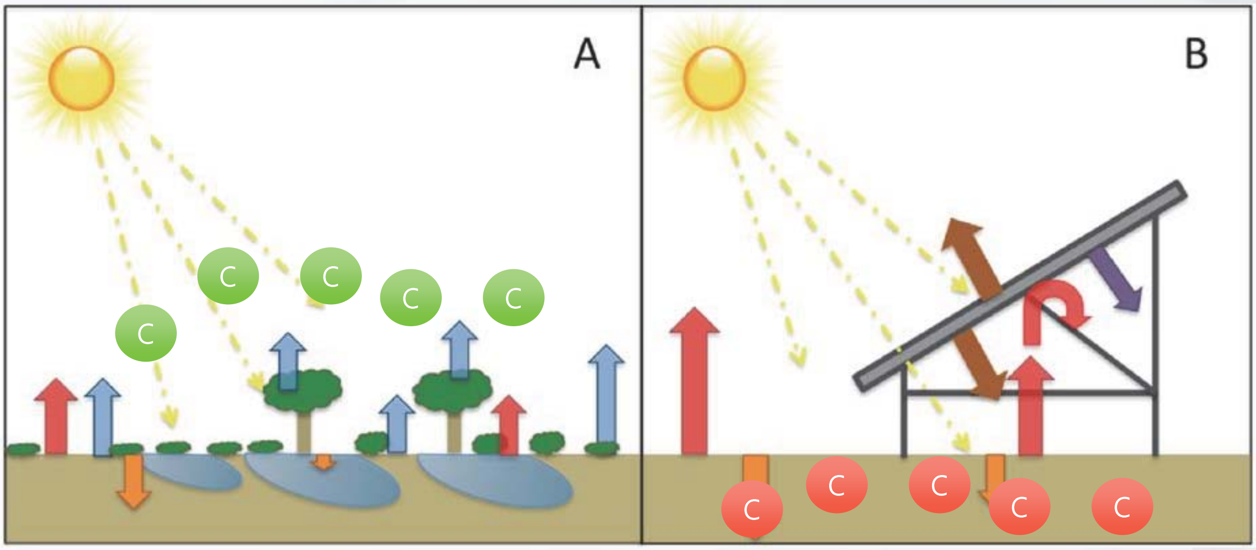
CO_2釋放

土壤生物缺乏食物及棲地

嚴重影響生態系統的運作

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

Sampling site	pH			O.M.(%)		
光電示範案場	0～20cm	20～40cm	40～60cm	0～20cm	20～40cm	40～60cm
2017/06/30 光電板下	7.9	8.0	8.1	0.40	0.24	0.40
2017/06/30 光電板外	8.1	8.0	8.1	0.44	0.26	0.61



Assuming equal rates of incoming energy from the sun, a transition from (A) a vegetated ecosystem to (B) a photovoltaic (PV) power plant installation will significantly alter the energy flux dynamics of the area. Within natural ecosystems, vegetation reduces heat capture and storage in soils (orange arrows), and infiltrated water and vegetation release heat-dissipating latent energy fluxes in the transition of water-to-water vapor to the atmosphere through evapotranspiration (blue arrows). These latent heat fluxes are dramatically reduced in typical PV installations, leading to greater sensible heat fluxes (red arrows). Energy re-radiation from PV panels (brown arrow) and energy transferred to electricity (purple arrow) are also shown. (Damon and Vasilis, 2011)

11

2019光電綠能設施之農地利用成果發表會

建立植被管理

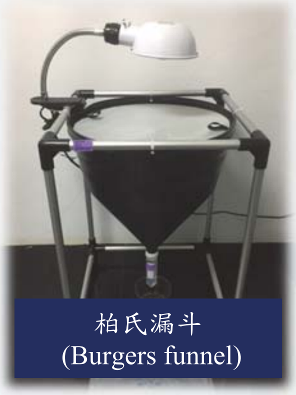
- 耐陰
- 耐鹽
- 耐淹水

建立土壤生態環境指標系統

- 土壤線蟲
- 土壤節肢動物
- 土壤微生物

建立土壤節肢動物生物多樣性之監測指標與監測方法

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會



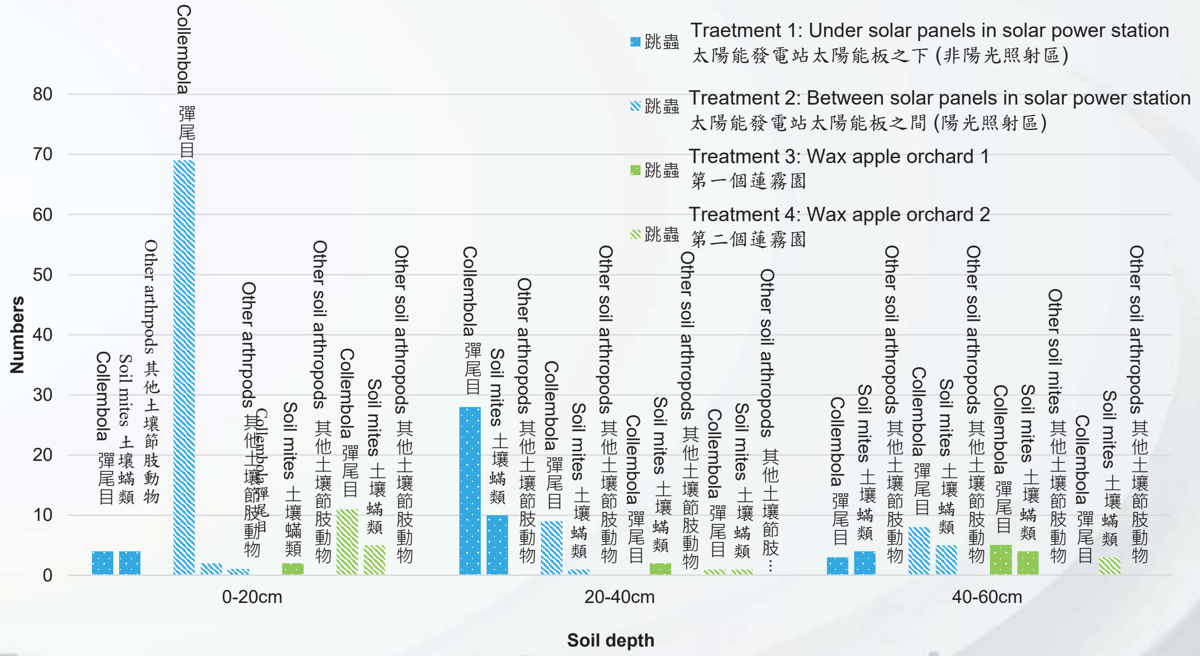
地上部植物節肢動物調查 –
目視觀察蟲體或危害狀，並攝影紀錄，然後掃網 (每種植物掃20次)

13

土壤節肢動物數量調查

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 非營農型太陽能光電設施案場之土壤節肢動物豐度-彈尾目昆蟲為光電設施場域的優勢昆蟲具作為指標生物類群的潛力。



14

光電設施場域是否為害蟲潛藏的場域

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 案場調查-自107年10月至108年1月間調查馬蹄金和「自然長出雜草」的植食性昆蟲，自然長出的空心蓮子草、體腸有常見的楚南氏小葉蟬 ，此種葉蟬的寄主植物範圍相當廣，設施外的多種作物或非作物皆為其寄主，因此不會成為鄰田的農作物害蟲污染源。

15

光電板下土壤DNA量少質差降解嚴重

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

Open field　　　　Under panel

0-20　20-40　40-60　0-20　20-40　40-60

	ng/μL	260/280	260/230	Qubit	Amont (μg)
Open field (0-20 cm)_1	46.94	1.84	1.63	43.8	3.29
Open field (20-40 cm)_1	29.42	1.93	1.81	28.5	2.94
Open field (40-60 cm)_1	15.49	1.79	1.54	14.5	1.08
Under panel (0-20 cm)_1	2.04	1.53	0.60	2.41	0.14
Under panel (20-40 cm)_1	2.14	0.99	0.23	1.62	0.15
Under panel (40-60 cm)_1	2.40	1.44	0.42	3.23	0.16
Open field (0-20 cm)_2	33.81	2.04	1.38	31.1	2.37
Open field (20-40 cm)_2	37.83	1.85	1.46	25.8	2.65
Open field (40-60 cm)_2	21.31	1.82	1.12	14.0	1.49
Under panel (0-20 cm)_2	6.85	2.43	0.59	2.44	0.34
Under panel (20-40 cm)_2	7.16	1.95	0.62	2.20	0.35
Under panel (40-60 cm)_2	6.45	2.04	0.61	2.74	3.22

16

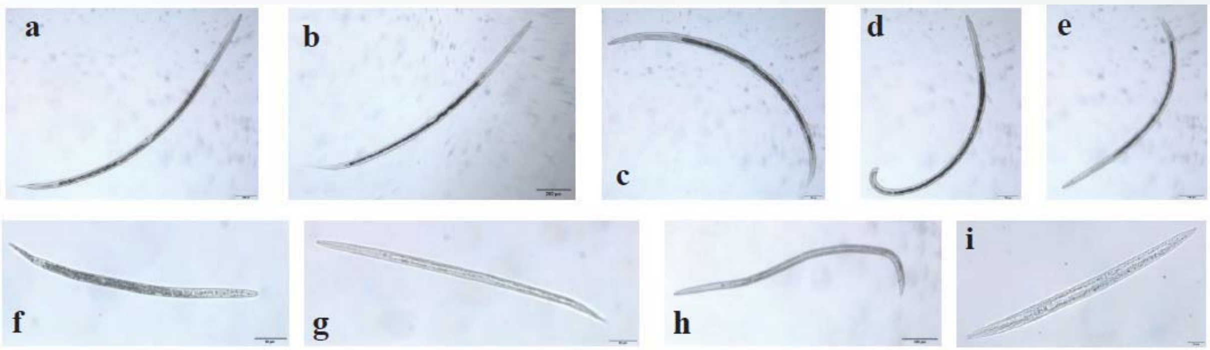
屏東非營農型光電綠能設施下不同深度土壤之細菌、真菌和放線菌群落數量
Bacteria, fungi and actinomycete numbers in the different deep soils for the photovoltaic plant on the unsuitable agricultural land in Pingtung.

	Bacteria($x10^6$/g)		Fungi($x10^2$/g)		Actinomyces($x10^4$/g)	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
光電板周　邊	6.08± 0.02a	6.17± 0.03a	5.09± 0.12a	5.00± 0.11ab	5.12± 0.09c	5.94± 0.05b
光電板遮　蔽	5.56± 0.04b	5.88± 0.02c	5.00± 0.08a	4.86± 0.04b	5.74± 0.05b	4.92± 0.09c
無光電板	6.05± 0.03a	6.05± 0.03b	5.19± 0.08a	5.19± 0.08a	6.29± 0.01a	6.29± 0.01a

17

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

立體化柏門氏漏斗



a:*Mesodorylaimus* sp. ； b:*Laimydorus* sp. ；c :待鑑定線蟲； d:Predatory nematodes male；e: Predatory nematodes larva；f: *Meloidogyne* sp. ；g-h: *Panagrolaimus* sp. larva and male； i: Free living nematodes larva。

18

土壤線蟲分離與鑑定

非營農型太陽能光電設施案場之土壤線蟲相
2017年4月12日的採樣觀察到腐生性線蟲；土樣平均線蟲量在光電板遮陰下的為0.3 個 ，在非遮陰下的為1.7 個(100g soil) 。2019年4月3日的採樣則為3 個及17 個(100g soil) ；除腐生性線蟲外亦有掠食性線蟲。

Soil depth/cm	Family	Genus	Nematodes	Number
00-20	*Dorylaimidae*	***Mesodorylaimus*** **sp.**	-	2
	Dorylaimidae	***Laimydorus*** **sp.**	-	1
	Dorylaimidae	待鑑定	-	1
	-	-	Predatory nematodes male	1
	-	-	Predatory nematodes larva	1
	Meloidogynidae	***Meloidogyne*** **sp.**	-	5
	Panagrolaimidae	***Panagrolaimus*** **sp. larva and male**	-	2
	-	-	Free living nematodes larva	4

19

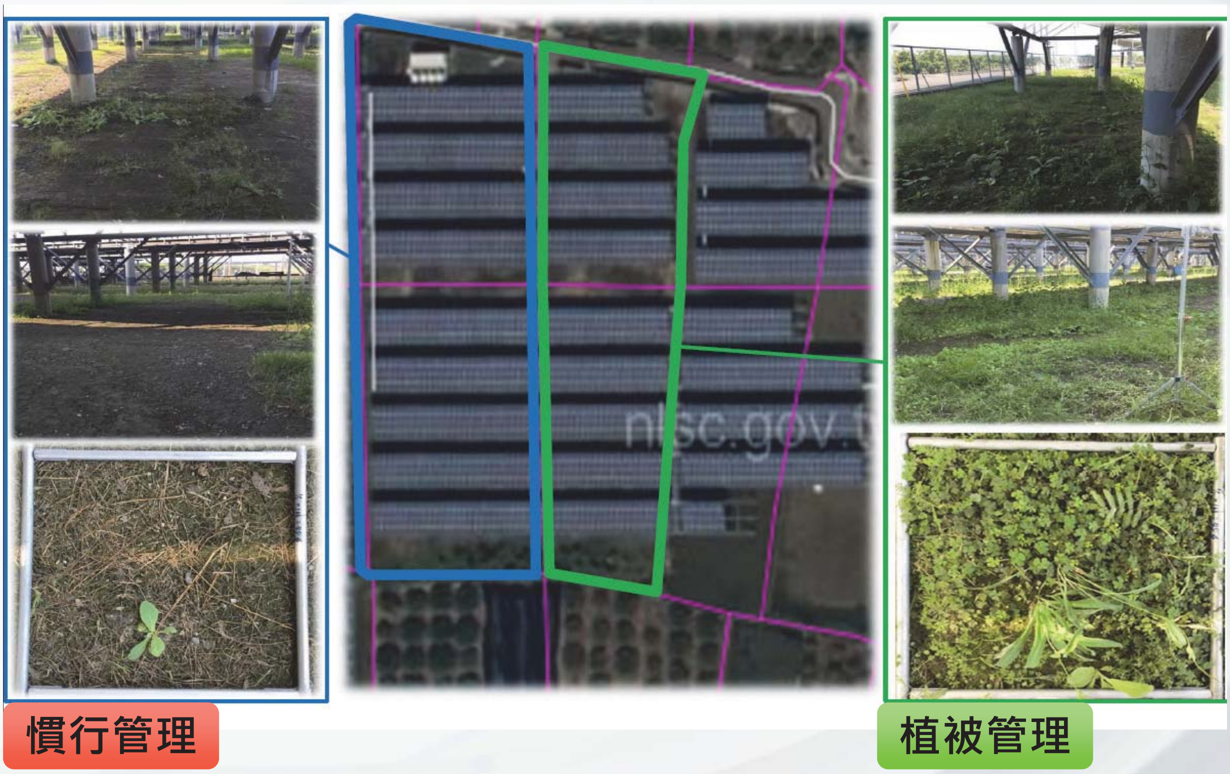
20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

覆蓋作物	馬蹄筋	地毯草	蔓花生	心葉水薄荷	蕹菜	慣行管理
覆蓋率	65-78%	70-82%	65-74%	69-82%	45-65%	0-9%

20

不同的覆蓋管理對土壤品質之影響

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

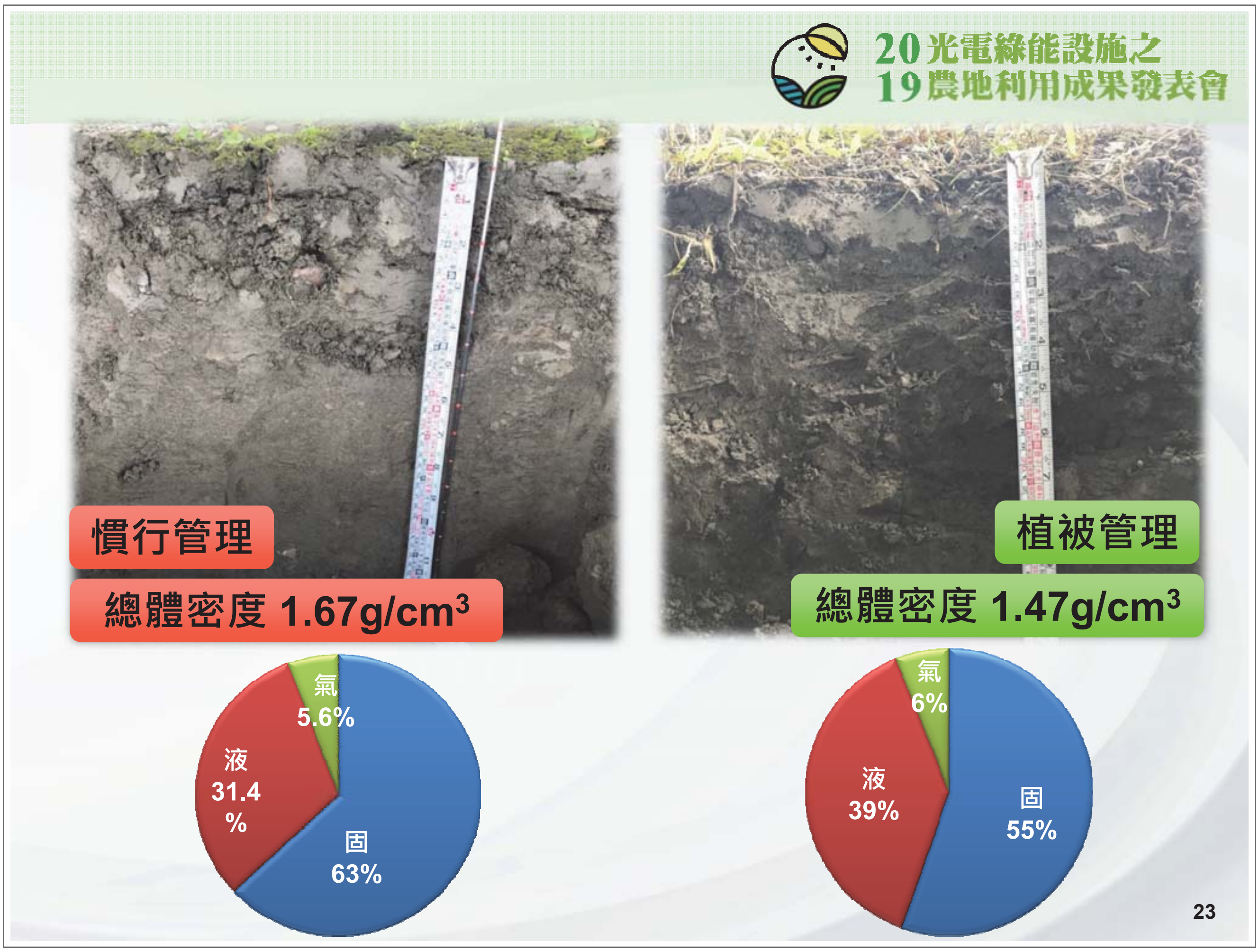


21

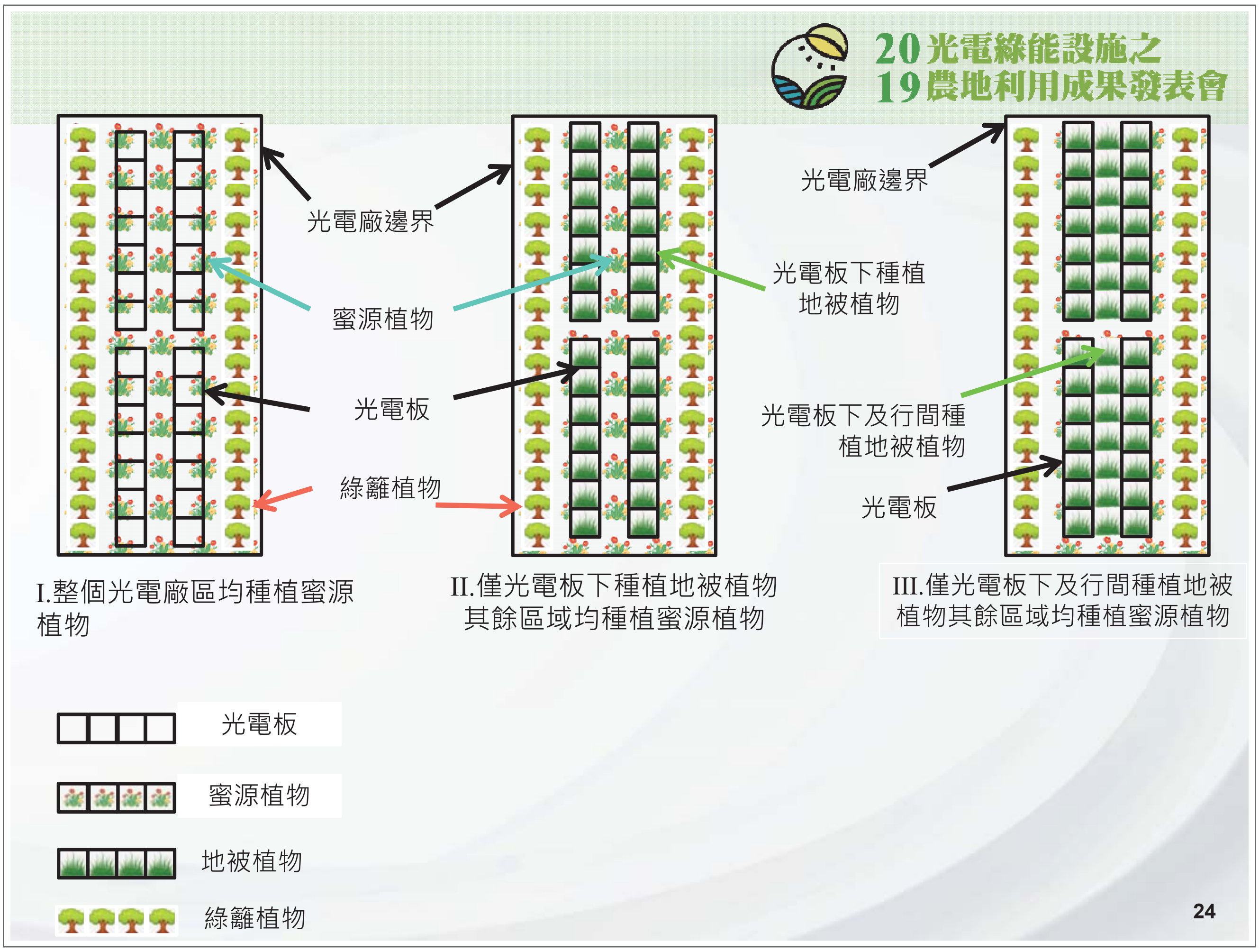
20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

	1 -- 2 -- 3	4 -- 5-- 6	7 -- 8 -- 9	評分	
				覆蓋管理	慣行管理
地面覆蓋	＜50%	50～75%	＞75%	1	6
穿刺深度	不易刺入	<20cm	刺入 20cm	7	9
入滲速率	＞7min	3～7min	＜3min	1	1
生物多樣性	＜2 種動物	2～5 種	＞5 種動物	2	4
根系發展	幾乎沒細根僅在近土面	一些細根大多近土表面	全土層多細根	1	4
構造	主要是土塊或結皮，幾乎沒有團粒	一些土塊，許多＜1cm 的團粒	易脆裂成為＜1cm 的團粒	1	3
團粒穩定度	<1 分鐘，團粒消散	一分鐘後團粒保持完整	旋搖後團粒保持完整	2	4
蚯蚓	0～3	4～6	＞6	1	4
pH	＜5	5.5	6 to 7	9	9

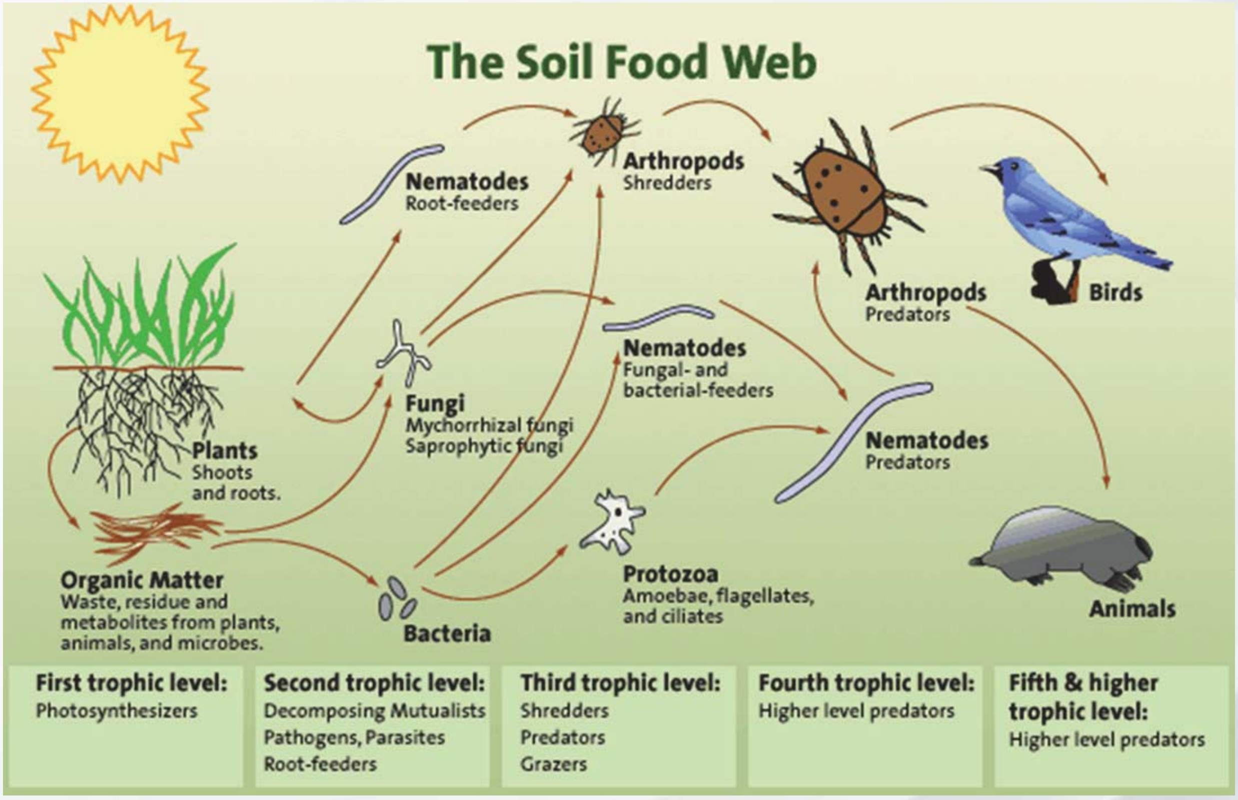
22



20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會
慣行管理
總體密度 1.67g/cm3
植被管理
總體密度 1.47g/cm3
氣
5.6%
液
31.4
%
固
63%
氣
6%
液
39%
固
55%
23

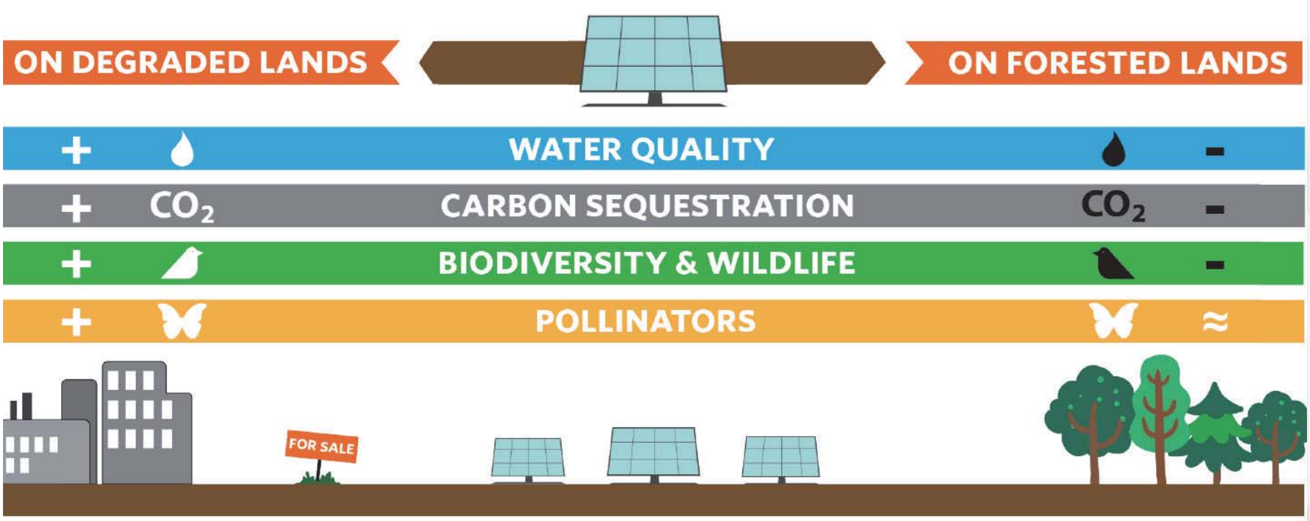


20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會
光電廠邊界
蜜源植物
光電板
綠籬植物
光電廠邊界
光電板下種植
地被植物
光電板下及行間種
植地被植物
光電板
I.整個光電廠區均種植蜜源
植物
II.僅光電板下種植地被植物
其餘區域均種植蜜源植物
III.僅光電板下及行間種植地被
植物其餘區域均種植蜜源植物
光電板
蜜源植物
地被植物
綠籬植物
24



https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Soil_Food_Webs 25

20 光電綠能設施之
19 農地利用成果發表會



26

感謝聆聽　敬請指教

2019 光電綠能設施之農地利用成果發表會